

蜥脚类骨质尾锤之发现

董枝明 彭光照 黄大喜

(自贡恐龙博物馆)

关键词 自贡大山铺 蜥脚类 尾锤

内 容 提 要

自贡大山铺恐龙化石坑中出土的李氏蜀龙 (*Shunosaurus lii*) 和天府峨眉龙 (*Omeisaurus tianjuensis*) 均发现由尾端脊椎愈合膨大而成之纺锤形骨质尾锤。这一特征在蜥脚类中尚属首次记述。骨质尾锤是一种适应陆地生活之特殊构造。它作为一种防御武器,主要起防卫身体的作用。它的存在说明 R. T. Bakker 提出的蜥脚类是一类营陆地生活的恐龙的观点是正确的。

1981年我们在整理自贡大山铺剑龙化石时,曾发现两块形状不规则之长圆形骨块,但当时把它们认作是剑龙的“腕骨”。周世武(1984)在记述太白华阳龙 (*Huayangosaurus taibaii*) 时,也将 CV 00720 (重庆自然博物馆标本编号)一块椭圆形骨块作为“腕骨”描述。1984年在清理自贡大山铺恐龙化石时,我们观察了皮效忠收集的几块较大的椭球形骨块。如此之大的骨块不可能是“腕骨”,但当时没有更多的证据说明它们的归属和解剖位置。同年,张奕宏等在记述一具 *Shunosaurus lii* 完整的幼年骨架 [T 5401 (四川省自贡大山铺恐龙化石群发掘队标本编号。该标本已归还自贡恐龙博物馆收藏,重新编号为 ZDM5006)] 时,报道了 *Shunosaurus lii* 尾端具有由尾椎愈合而成的棒状体或椭球体,当时笔者认为是损伤所致。1987年,我们把 *Shunosaurus lii* 之尾锤与剑龙之所谓“腕骨”以及皮效忠收集的较大的椭球形骨块进行了仔细对比,确认这些椭球形骨块均为蜥脚类的尾锤。

蜥脚类 (*Sauropods*) 是一类巨型的素食性恐龙。尽管其形态特征多样,构造多变,如梁龙 (*Diplodocus*) 的尾端有鞭状尾; 巨龙 (*Titanosaurus*) 的身躯上有甲片 (Powell, 1980), 但关于它们的尾端有骨质尾锤的报道尚未有过。大山铺蜥脚类尾锤之发现对于探讨蜥脚类的形态学、古生态学等很有意义。

一、化石记述

标本 十五件保存完整的骨质尾锤。编号: V7661 (古脊椎动物与古人类研究所标本编号,下同), V7662, ZDM5006 (自贡恐龙博物馆标本编号,下同), ZDM5007, ZDM5013-a, ZDM5035, ZDM5045, ZDM5046, ZDM5047, ZDM5048, ZDM5049, ZDM5050,

ZDM5051, ZDM5052, ZDM5053。其中以 ZDM5006 和 ZDM5045 保存最佳。

产地和层位 四川自贡大山铺, 中侏罗统下沙溪庙组。

记述 ZDM5006(T5401, 张奕宏等, 1984) 是一具非常完整的 *Shunosaurus lii* 幼年个体, 脊柱部分被连续保存, 其尾端骨质尾锤之前一骨节较正常尾椎膨大, 显示出明显的向尾锤渐变过渡的特征。

ZDM5006 之尾锤(图 1; 图版 I, 4) 由三个尾端脊椎愈合而成, 各脊椎间之愈合线

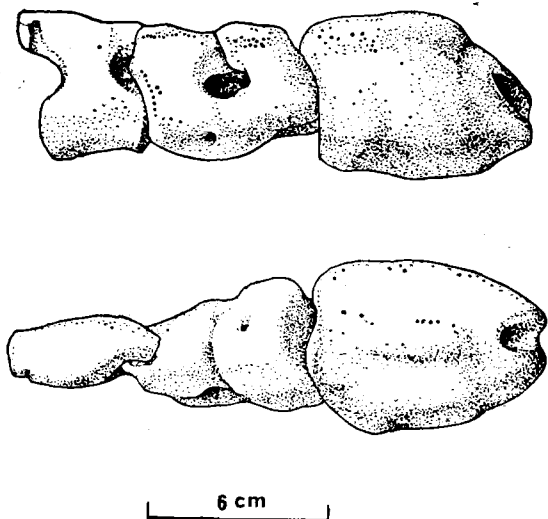


图 1 李氏蜀龙尾锤
(ZDM5006) 上, 侧视; 下, 背视

Fig. 1 Tail club of *Shunosaurus lii* (ZDM5006)
above, left view; below, dorsal view

不甚明显; 近端较粗大, 端面近圆形, 稍内凹, 中部膨大, 远端尖, 整体形态呈半椭圆形; 表面光滑, 无明显的坑凹或突起; 最大长度 78mm, 最大宽度 54mm, 二者之比约 1.4:1; 神经弓发育, 宽而厚实; 前两脊椎之神经棘低, 并相连而成矮脊状, 最末一脊椎之神经棘消失; 神经孔小, 在前端神经孔之上、前关节突之间可见一小弧形缺凹, 末端神经弓部分缺如, 神经孔开孔较大, 最后变为“U”字形凹槽, 延伸至末端; 横突和脉弓均完全消失。

ZDM 5006 尾锤之前一骨节(图 1) 是由两个脊椎愈合而成, 呈不规则之棒状, 在其腹、侧面, 明显可见两脊椎间的愈合线; 最大长度 60mm, 最大宽度 44mm; 前一脊椎之椎体较后一脊椎者长; 神经弓均较发育, 宽而厚

实; 前一脊椎之神经棘低, 后一脊椎之神经棘消失; 神经孔小, 前后贯通, 后端神经弓部分缺如, 神经孔变成“U”字形凹槽; 后一脊椎之后关节突特别发育, 呈结节状。在该骨节之右侧, 前一脊椎之后关节突与后一脊椎之前关节突愈合成一关节弓, 在关节弓之上有一圆形小孔, 其下则为一长方形的孔, 这两个孔均与神经孔相通。在其左侧, 愈合较强烈, 关节弓扩大, 与椎体和神经弓愈合, 上下两个孔消失。

ZDM5045 之尾锤(图 2; 图版 I, 5—6) 由五个脊椎愈合而成, 在腹侧面可见五个脊椎间四条明显之愈合线, 愈合部稍隆起, 呈矮脊状; 愈合尾锤的第一脊椎之形态构造与游离尾椎相似, 但由前往后, 逐渐膨大, 变形也逐渐加强, 第二脊椎进一步膨大, 第三脊椎达到最大, 从第四脊椎开始渐渐缩小, 第五脊椎继续变小, 末端变尖, 整个尾锤呈长纺锤形。其表面粗糙, 密布小沟纹、坑凹和疣瘤状小突起, 最大长度为 212mm, 最大宽度为 104mm, 二者之比约 2:1; 脊椎椎体腹面宽而平, 侧凹较明显; 神经弓发育, 宽而厚实; 第一、二、三脊椎之神经棘低, 呈孤立之锥状, 第一脊椎之神经棘呈三面锥形, 向后斜伸, 第二、三脊椎者均呈圆锥形, 向前斜伸, 第四、五脊椎之神经棘消失; 神经孔小, 末端开孔于第五脊椎之右后侧, “U”字形凹槽不甚明显; 滋养孔发育, 在第三脊椎之腹侧和右侧、神经棘两前侧和

左后侧以及第四脊椎之左侧均有圆形滋养孔;横突和脉弓均消失。

其余标本除形态上稍有差别外,构造特征基本与上述两标本相似。

综上所述,大山铺蜥脚类尾锤之共同特征是:前后端小,中部膨大,呈纺锤形或椭球形,由三至五个尾端脊椎膨大愈合而成;前部脊椎之神经棘低,后部脊椎之神经棘则消失;神经孔较小,在后端因最末一脊椎之神经弓部分缺如,神经孔变成“U”字形凹槽;横突和脉弓均消失。

二. 比较讨论

根据目前已有的材料,自贡大山铺恐龙化石坑出土的蜥脚类之尾锤在形态、构造特征上可明显地分为两种类型。其中以 ZDM5006 为典型代表的一类无疑属于 *Shunosaurus lii*,这一类包括 V7661、V7662、ZDM5006、ZDM5007、ZDM5013-a、ZDM5035、ZDM5047、ZDM5051、ZDM5053 九件标本。以 ZDM5045 为典型代表的另一类,从其形态特征、大小比例以及埋藏状态推测,可能属于 *Omeisaurus tianfuensis*,这一类包括 ZDM5045、ZDM5046、ZDM5048、ZDM5049、ZDM5050、ZDM5052 六件标本。至于自贡大山铺发现的另一蜥脚类——酋龙 (*Datousaurus*) 是否也具有这样的骨质尾锤,目前尚不能确定,有待进一步证实。

Shunosaurus 和 *Omeisaurus* 之

尾锤存在明显的差异。*Shunosaurus* 之尾锤比较粗短,呈纺锤形或椭球形,长与宽之比较小(表 1),最大长宽之比仅 1.61,多数为 1.40 左右。而 *Omeisaurus* 之尾锤显得比较细长,呈长纺锤形,除 ZDM5048 外,长与宽之比集中在 1.7—2 之间,最大者达 2.04(表 2)°此外 *Shunosaurus* 之尾锤由 3—4 个脊椎愈合而成,表面较光滑,前两脊椎之神经棘相愈合而成一矮脊,后一两个脊椎之神经棘消失。*Omeisaurus* 者则由 4—5 个脊椎愈合而成,表面粗糙,有明显的纹脊和小栉瘤状突起,滋养孔比较发育,前三个脊椎之神经棘均存在,呈孤立之锥状,其余后部脊椎之神经棘也消失。

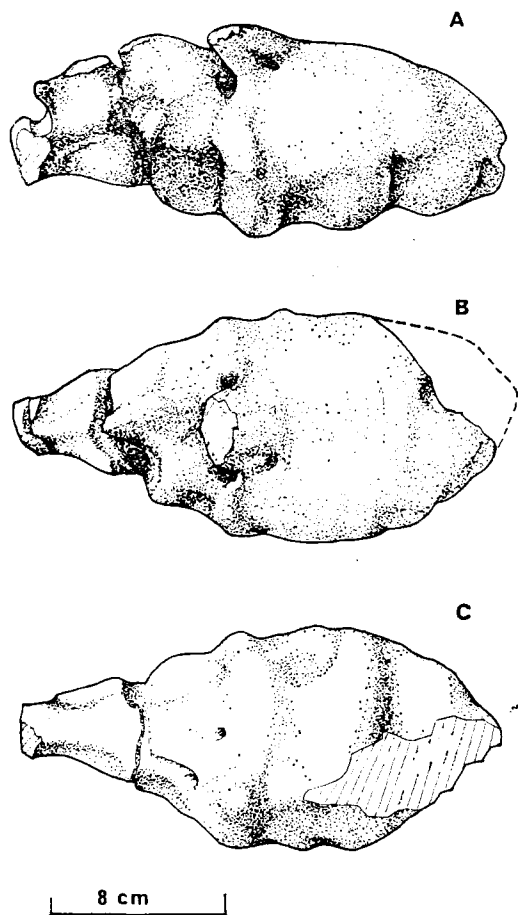


图 2 天府峨眉龙尾锤 (ZDM5045)

A. 左侧视; B. 顶视; C. 腹视

Fig. 2 Tail club of *Omeisaurus tianfuensis* (ZDM 5045) A. left view; B. dorsal view; C. ventral view

表 1 蜀龙尾锤测量(单位: 毫米)

Table 1 Measurements of tail club of *Shunosaurus* (in mm)

标 本	长 度	宽 度	高 度	长宽之比
V7661	90	72	60	1.25
V7662	86	58	50	1.48
ZDM5006	78	54	52	1.44
ZDM5007	180	112	101	1.61
ZDM5013-a	155	109	101	1.42
ZDM5035	163	120	110	1.36
ZDM5047	160	112	90	1.43
ZDM5051	144	110	90	1.31
ZDM5053	93	60	51	1.55

表 2 峨眉龙尾锤测量(单位: 毫米)

Table 2 Measurements of tail club of *Omeisaurus* (in mm)

标 本	长 度	宽 度	高 度	长宽之比
ZDM5045	212	104	94	2.04
ZDM5046	205	105	119	1.95
ZDM5048	173	140	121	1.24
ZDM5049	190	109	107	1.74
ZDM5050	195	125	108	1.56
ZDM5052	200	114	123	1.75

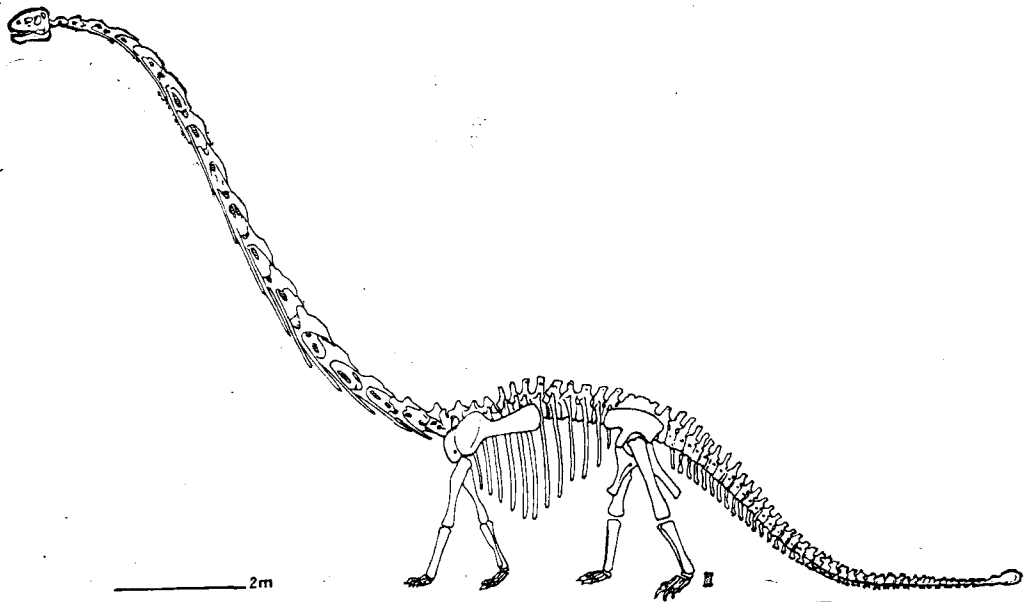


图 3 天府峨眉龙骨架

Fig. 3 The skeleton of *Omeisaurus tianjuensis*

在恐龙类中,尾锤这种构造过去在甲龙类 (Ankylosaurs) 发现较多,其它类型中却很少见。但是 Ankylosaurs 之尾锤与本文所记述的蜥脚类的尾锤存在本质的差别。Ankylosaurs 之尾锤是由尾端两侧及背腹侧几块膜质甲板下沉,变为球形物 (knob),附连于愈合的脊柱上形成的,含有膜质骨的成份,且尾端脊椎不膨大。Sauropods 之尾锤则由尾端脊椎膨大愈合而成,无膜质骨的成份。因此 Ankylosaurs 和 Sauropods 之尾锤是同功器官。这两种构造在其生活中,都是作为一种防御武器,主要起防卫身体的作用。在生物进化史上,不单恐龙类具有这种特殊的尾端构造,其它动物也有类似的构造,如新生代的哺乳动物——雕齿兽类 (Glyptodonts),这说明尾端的这种变化,对于某些特殊的动物来说是比较成功的。

从目前发现的材料看,蜥脚类尾端的变化有两种: a) 尾端脊椎拉长成“鞭状尾”,如北美晚侏罗世的梁龙 (*Diplodocus*); b) 尾端脊椎膨大愈合成的“锤状尾”。这些变化都是适应陆地生活特化的结果。过去多数学者认为蜥脚类是一类长期生活于水中的水栖爬行动物。1971年 R. T. Bakker 从雷龙 (*Brontosaurus*) 着手,根据大量事实,提出了雷龙是陆生的恐龙的看法,并认为蜥脚类是陆生的“爬行动物”。自贡大山铺蜥脚类尾锤之发现说明 R. T. Bakker 的这一推测可能是正确的。

(1987年12月18日收稿)

参 考 文 献

- 张奕宏、杨代环、彭光照,1984: 四川自贡大山铺蜀龙新材料。成都地质学院学报,增刊 2,1—12。
 周世武,1984: 四川自贡大山铺中侏罗世恐龙动物群,第二集,剑龙。四川科学技术出版社,1—52。
 董枝明、唐治路、周世武,1982: 四川自贡大山铺蜀龙动物群 简报 I 剑龙。古脊椎动物与古人类,20(1),83—86。
 Bakker, R. T., 1971: Ecology of the *Brontosaurus*. *Nature*, 229(5281), 172—174。
 ————, 1972: Anatomical and Ecological Evidence of Endothermy in Dinosaurs. *Nature*, 238(5359), 81—85。
 ————, 1975: Dinosaur Renaissance. Reefs. Dinosaurs, Mammals, and Humans, IV, 125—141。
 Carpenter, K., 1982: Skeletal and dermal armor reconstruction of *Euoplocephalus tutus* (Ornithischia: Ankylosauridae) from the late Cretaceous Oldman Formation of Alberta. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 19, 689—697。
 Holland, W. J. 1906: The Osteology of *Diplodocus* Marsh. *Mem. Carnegie Mus.*, 2(6), 225—264。
 Maryanska, T., 1969: Remains of Armoured Dinosaurs from the Uppermost Cretaceous in Nemegt Basin, Gobi Desert. *Palaeontologia Polonica*. no. 21, 23—32。
 Olshevsky, G., 1979: The Ankylosaur Family Tree. George Olshevsky, San Diego, CA. (Private printing)
 Powell, 1980: Sobre La Presencia de Una Armadura Dermica En ALGUNOS Dinosaurios Titanosauridos. *Acta Geol. Lilloana*, 15(2), 41—47。

THE DISCOVERY OF THE BONY TAIL CLUB OF SAUROPODS

Dong Zhiming Peng Guangzhao Huang Daxi

(Zigong Dinosaur Museum)

Key words Zigong Sichuan Province; Sauropoda; Bony tail club

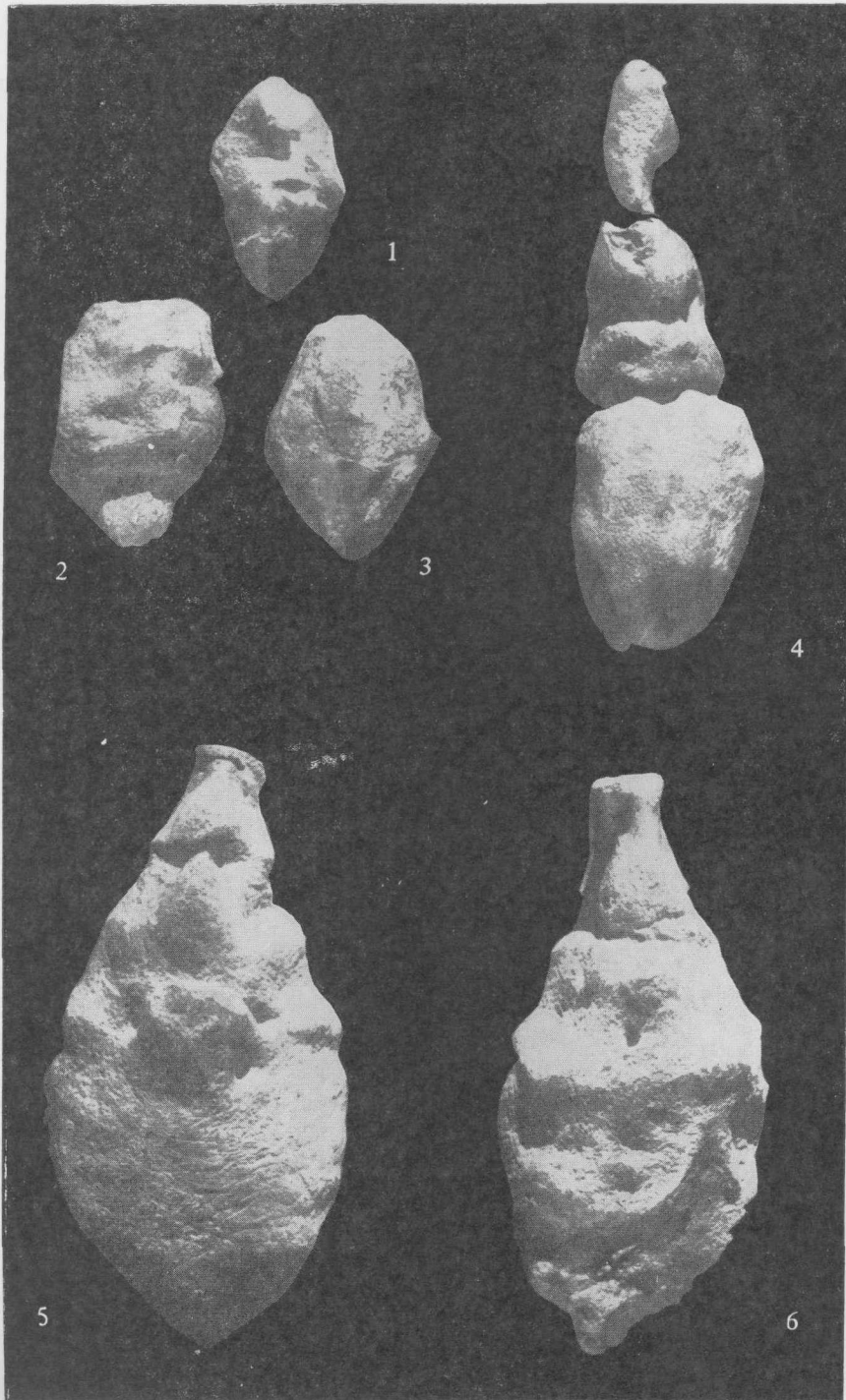
Abstract

There have been 15 pieces of the bony tail club of sauropods found in the Lower Shaximiao Formation of Middle Jurassic in the Dinosaurian Quarry of Dashanpu, Zigong, Sichuan Province, China. Both of the two groups of sauropods in the *Shunosaurus* fauna of Dashanpu—*Shunosaurus lii* and *Omeisaurus tianfuensis* have a bony club at the end of the tail. It has never been reported that sauropods have a bony tail club. This discovery shows that sauropods are a group of terrestrial dinosaurs, and it proves that R. T. Bakker's theory is probably correct.

The characteristics of the morphology and structure of these bony tail clubs are described in this paper. The main features of the bony clubs are as follows:

The shape of the bony clubs is ellipspheroidal or spindle-shaped. The anterior and posterior parts are narrow and middle part is inflated. These clubs are fused with 3—5 distal caudal vertebrae. The fused lines between the vertebrae can be seen on the ventral part. The neural spines of the anterior vertebrae of the bony clubs are present and low, and that of the posterior vertebrae have disappeared. The neural foramen is small, runs through the whole bony club, and forms a U-shaped trough at the end. The haemal arches and diapophysis have disappeared.

The main function of the bony tail clubs of sauropods, like that of ankylosaurs, is for defence. However, the tail clubs of sauropods and ankylosaurs are analogous organs. Their origin and structure are different.



1-3. 蜀龙 (*Shunosaurus* sp.) 之骨质尾锤, $\times 3$; 4. 李氏蜀龙 (*Shunosaurus lii*) 尾端骨质尾锤, $\times 2$; 5. 天府峨眉龙 (*Omeisaurus tianfuensis*) 骨质尾锤, 背视, $\times 2.5$; 6. 天府峨眉龙 (*Omeisaurus tianfuensis*) 骨质尾锤, 腹视, $\times 2.5$